



**En ekonomisk och logistisk analys av utbyggnad och
strukturering av lager hos Domsjö fabriker.**

- En dimensionering av Domsjö Fibers lagerytor.

***An economic and logistical analysis of increased storage capacity
and structuring of storage at Domsjö Fiber AB.***

- A design of Domsjö Fibers bearing surfaces.

Max Björklund & Daniel Frisch



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,

Sveriges lantbruksuniversitet

| | |
|---------------------------------|---|
| Enhet/Unit | Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management |
| Författare/Author | Max Björklund & Daniel Frisch |
| Titel, Sv | En ekonomisk och logistisk analys av utbyggnad och strukturering av lager hos Domsjö fabriker - en dimensionering av Domsjö Fibers lagerytor. |
| Titel, Eng | <i>An economic and logistical analysis of increased storage capacity and structuring of storage at Domsjö Fiber AB - a design of Domsjö Fibers bearing surfaces.</i> |
| Nyckelord/ Keywords | Internlogistik, ekonomisk kalkyl, timmertruck, lagerstruktur, dimensionering, kostnadsförändringar/ <i>Inbound Logistics , economical analysis, log-handler, stock-structure, sizing, cost-changes</i> |
| Handledare/Supervisor | Dan Bergström, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi |
| Examinator/Examiner | Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management |
| Kurstitel/Course | Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science |
| Kurskod | EX0592 |
| Program | Jägmästarprogrammet |
| Omfattning på arbetet | 15 hp |
| Nivå och fördjupning på arbetet | G2E |
| Utgivningsort | Umeå |
| Utgivningsår | 2016 |

Förord

Arbetet har utförts åt Domsjö Fiber AB och har behandlat deras virkeslager i Örnsköldsvik. Arbetet hos Domsjö har varit väldigt givande och vi vill rikta ett stort tack till Patrik Lundgren, logistiksansvarig Domsjö Fiber AB, som har varit vår kontaktperson, och som har låtit oss arbeta med en frågeställning som är väldigt aktuell i dagens skogsbruk, där en jämn kvalitet i råvaran blir allt viktigare för att öka produktkvaliteten i fabriken.

Ett stort tack går ut till Lars Wikström som har bidragit med stor erfarenhet och varit ett stort stöd igenom den ekonomiska kalkylen för upprustningen av nya lagerytor.

Vi vill även rikta ett stort tack till vår handledare på SLU, Dan Bergström, som genom hela arbetet alltid varit tillgänglig med stöd och råd.

SAMMANFATTNING

Skogsbrukets industrier kräver ofta en stor lagerhållningskapacitet. Kostnaderna för dessa lager är ofta höga och inte sällan är lagringsplatserna för virket inte genomtänkta, vilket leder till att allt fler företag börjar se över sin internlogistik. Domsjö Fibers huvudsakliga uppgift är att försörja ägarbolagen med råvara. Företaget har uppmärksammat att inlåsnings effekter förekommer på lagerytorna och vill undersöka hur dessa effekter kan minimeras utan att minska lagerkapacitet.

Syftet med studien var att ta fram ett antal handlingsalternativ för en ny lagerstruktur åt Domsjö Fiber AB och även göra en ekonomisk redovisning för upprustningskostnader av nya lagerytor för att kompensera för omstruktureringen av deras befintligt lager.

I studien utformades med hjälp av inmätningar i ArcMap tre handlingsalternativ för att tillgodose Domsjö Fiber ABs behov med varierande prioriteringar. Det första alternativet prioriterade att lösa de inlåsnings effekter som Domsjö Fiber AB hade, det andra alternativet fokuserade på att lagra så stora virkesarealer som möjligt på virkesplanen. Det tredje alternativet hade samma fokus som alternativ ett, bortsett från att man inte skulle ta bort den tågräls som finns på virkesplan idag. Alternativen medförde kostnadsförändringar för truckarna. Studien visar då att de största besparingarna i transportkostnader för timmertruckarna resulterade i 99788kr/år p.g.a. minskade transportsträckor.

Det alternativ som ansågs som det val som ger bäst resultat är efter undersökning alternativ ett, med den lilla verkstaden som finns på virkesplanen borttagen. Detta för att man då utan lagerförluster kan lagra virket utan inlåsnings effekter och minska sina transportkostnader. Efter upprättande av en ekonomisk kalkyl bedöms kostnaden för att upprusta de idag delvis obrukbara lagerytorna till 5,7 milj.kr, förutsatt att detta görs internt av Domsjö Fiber AB. De osäkerheter som bör klargöras i praktiken av Domsjö Fiber AB är hur mycket en saneringsutredning kan komma att påverka priset för upprustningen.

Nyckelord: Internlogistik, ekonomisk kalkyl, timmertruck, lagerstruktur, dimensionering, kostnadsförändringar.

SUMMARY

Forestry industries often require a large storage capacity. The cost of these stocks are often high and the wood yard surfaces are often not very well planned, and because of this more companies start to review their internal logistics. Domsjö Fiber AB is owned by Övik Energi AB and Domsjö Fabriker AB and their main purpose is to support the holding companies with raw material. The company has noted that lock-in effects occur on the bearing surfaces and would like to examine how these effects can be minimized without reducing storage capacity.

The purpose of the study was to develop a number of options for a new stock structure to Domsjö Fiber AB, and also to make a financial report for the renovation costs of new storage surfaces to compensate for the restructuring of the existing stock surfaces. Three different options was designed with the tool ArcMap, to meet Domsjö Fiber AB's needs with varying priorities. The first option prioritized solving the lock-in effects Domsjö Fiber AB was having, the second option focused on storing as much timber as possible in the timber field, without lock-in effects taken into account. The third option had the same focus as the first option, except that it would not remove the railroad available on the wood yard today. The different options entailed changes in costs for the log-handlers, the study will show that the largest savings in transportation costs for log-handlers resulted in 99788kr/year due to reduced transportation distances. The option that's considered as the choice that gives the best results are after studying the different alternatives option one, with the small workshop located in the timber field deleted. This because you can store the timber without the lock-in effects and reduce their transportation costs without any losses of inventory.

After establishing an economic analysis the cost to renovate the now partly unusable bearing surfaces ended up at a cost of 5700 000 kr , provided that this is done internally by Domsjö Fiber AB. The uncertainties that should be made clear in the practice of Domsjö Fiber AB is to do a clean-up inquiry, which may come to affect the price of rearmament.

Keywords : *Inbound Logistics , economical analysis, log-handler, stock-structure, sizing, cost-changes*

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Under 2013 så var nettoavverkningen i Sveriges skogar 70,1 miljoner m³fub. Av dessa så var 32,2 miljoner m³fub sågtimmer, 31,3 miljoner m³fub massaved, 5,9 miljoner m³fub brännved och 0,5 miljoner m³fub övrigt virke (Skogsstyrelsen, 2014). Av dessa 70,1 miljoner m³fub så tillfördes den svenska skogsindustrin 69,3 miljoner m³fub, av dessa så gick 33,1 miljoner m³fub till sågtimmerindustrin och 36,2 miljoner m³fub till massavedsindustrin. Det tillkommer även 9,2 miljoner m³fub i form av spill (flis, vrak etc.) från sågtimmerindustrin (Skogsindustrierna, 2015). Transporterna av råvaran till industrierna genomförs med hjälp av tre olika transportmedel; lastbil, tåg samt båt. Lastbilstransport står för huvuddelen av transporterna, 36,8 miljoner ton rundvirke transporterades 2012 med lastbil. Jämfört med tåg och båt som transporterade 7,4 miljoner ton respektive 5,1 miljoner ton, så är lastbilstransporterna starkt dominerande (Skogsstatistisk årsbok, 2014).

Råvaran går genom flera steg innan den anländer till inmatningen på industrin. Det första steget är avverkning samt transport från skog till bilväg. Därefter så hämtas virket upp med lastbil för vidaretransport till industri alternativt terminal. Väl vid industrin så lossas virket av timmertruckar och läggs på lager alternativt går direkt in till industrin (Fjeld & Dahlin 2015).

För att hela kedjan skall fungera effektivt så krävs god planering. Planeringen börjar genom att en prognos för industrins behov tas fram, därefter så koordineras behovet med tillgångar i form av traktbank, egna köp etc. (Fjeld & Dahlin, 2015). Fram hit så har planeringen varit på strategisk/taktisk nivå, det som kommer efter blir mer på taktisk/operativ nivå. På den operativa nivån så bestäms vilka trakter som skall avverkas och när, samt hur råvaran skall transporteras från skogen till industrin (Fjeld & Dahlin, 2015). Under denna nivå så bestäms som sagt vilka trakter som skall avverkas för att möta industrins behov. För att bestämma vilka trakter som skall avverkas finns det ett par saker som behöver beaktas:

- Säsong; är denna trakt lämplig att avverka under rådande årstid?
- Utfall; får vi ett jämt utfall av alla sortiment?
- Lämpliga maskiner; finns det maskiner i maskinparken som klarar av trakten?
- Är trakterna tillräckligt nära avverkningslagens bostadsort?
- Är trakterna nära varandra, eller krävs långa flyttsträckor mellan de planerade trakterna?

Allt detta faller under planering och optimering av virkesförsörjning, något som är mycket viktigt för att hålla kostnader för flytt av maskiner, transportkostnader etc. nere (Fjeld & Dahlin 2015).

Då trakterna är planerade, avverkade och råvaran framkörd till skogsbilväg är det lastbilarnas tur att ta vid. Lastbilarna står för transporten från skogen till industri, alternativt till järnväg/båt för att därefter transportera råvaran till industri. För att lastbilarna skall veta var de skall hämta

råvara och vart dom skall transportera det så krävs även här planering. Planeringen sköts oftast av en transportledare som i samarbete med avverkningsledaren och industrin planerar virkestransporterna. Därefter är det upp till lastbilsförarna att ruttplanera, alltså att planera utefter uppdragen som kommer från transportledaren, så att industrin får sitt virke i rätt tid och i rätt mängd (Fjeld & Dahlin 2015).

Väl vid industrin så lastas råvaran av lastbilarna av timmertruckar. Dessa timmertruckar är navet i arbetet på vedgårdsplan, om inte dessa har ett effektivt arbetssätt så förloras en hel del pengar i onödiga transportkostnader (Berglund, 2014).

Svenska sågverk och massabruk är industrier som generellt eftersträvar en stor lagerhållningskapacitet för sin råvara och detta leder till att en av de största kostnadsposterna i totalkostnaden, för dessa industrier blir just råvaran (Berglund, 2014). Detta leder till att en korrekt hantering, där råvaran ligger lättåtkomligt utefter uttagsfrekvens (Mattson & Jonsson, 2001) och effektiv hantering av råvaran är en viktig del för kostnadsoptimering på industrin (Lundahl, 2009). Omsättningshastighet och lagerstruktur blir således mycket viktiga variabler för att minska kostnader på industrin och kvalitetsfluktuationer för slutprodukten (Berglund, 2014). En god struktur, där varje artikel har en bestämd plats som motsvarar dess uttagsfrekvens, på lagerområdet leder till minskade interna transporter, minskad onödig hantering och minskade kostnader (Mattson & Jonsson, 2001)

Aronsson & Karlsson (2013) belyser vikten av effektivisering av internflöden och internlogistik och hur en potentiell lagerplats som inte utnyttjas till fullo kan komma att betyda att råmaterial måste placeras längre från inmatning och i sin tur innebära ökade kostnader för företaget.

Rudner & Rääf (2012) anger vikten av att ha ett välplanerat och uppstrukturerat system för en industris inre transporter. Rapporten tar även upp vikten av att ha raka flöden av material, helst utan mellanlager, för att få så god effektivitet inom industrin som möjligt. Att ha så raka flöden som möjligt kan kopplas till lagrets placering i förhållande till produktionen (Crocker et al., 2012) och en väl planerad struktur på industrin kan öka effektivisering på industriområdet.

Domsjö fabriker AB är ett bioraffinaderi vars huvudprodukt är cellulosa som används till b.la. textilmaterialet viskos. Domsjö omsätter idag 1,6 miljarder kr och är verksamt i Sverige och Lettland (Domsjöfiber, 2016). Domsjö Fiber grundades 2008 och ägs gemensamt av Bioraffinaderiet Domsjö Fabriker AB och det kommunägda energibolaget Övik Energi AB (Domsjöfiber, 2016). Huvudvisionen för Domsjö Fiber AB är att vara en betydande aktör på den nationella och den internationella biobränsle- och cellulosavirkesmarknaden, för att genom detta på lång sikt kunna försörja både företagets ägare och andra aktörer med råvara (Domsjöfiber, 2016). Domsjö Fiber AB har idag en lagerkapacitet på ca 150 000m³sk (Patrik Lundgren, 2016, pers. komm.).

1.2 Problemformulering

Idag har Domsjö Fiber en problematik med omsättningen av lagret då man i dagsläget har en stor yta där flera vältor placeras på rad, vilket medför svårigheter med att omsätta den innersta vältan inom lämplig tid, som bidrar till inlåsnings effekter. Detta på grund av att man idag enbart kan hämta virket från sydligt håll, och nytt virke kontinuerligt läggs tillbaka i samma lagerområde från lastbilarna. Den innersta vältan omsätts därför idag ca en gång per år, vilket kan göra att det blir problematiskt med framförallt fluktuerande torrhalt.

Domsjö Fiber AB har därmed efterfrågat en omstrukturering av lagret, för att på så sätt få en bättre omsättning av det lagrade virket och minska problem med fluktuationer av torrhalten. Enligt Jonsson (2011) så kan uppdelning av lagret i olika zoner effektivisera hanteringsarbetet om artiklar med logistisk likvärdighet läggs i samma zon, något som ej praktiseras av Domsjö Fiber AB idag. Vidare så kan lagerplacering vara fast eller flytande. Fast lagerplacering innebär att var sortiment har sin bestämda lagringsyta. För flytande lagerplacering så blir principen att man placerar råvaran där det finns plats (Jonsson 2011). I dagsläget så förekommer en blandning av dessa två principer hos Domsjö Fiber AB, lagerytorna är relativt fasta, dock finns ingen bestämd plats i förhållande till när virket körs in, utan det läggs där det får plats.

Att dela upp lagret i olika zoner kan effektivisera hanteringsarbetet om logistiskt likvärdiga artiklar läggs i samma zon. Jonsson (2011) diskuterar zonindelning utifrån bakgrunden att artiklar plockas ihop för montage men kopplar det också till principen om uttagsfrekvens där högfrekventa artiklar ska ligga lättillgängligt. Produkter kan utöver produktfamilj zonindelas med avseende på fysiska egenskaper eller hanteringskrav. Då råvaran som används vid Domsjö Fiber AB är att betrakta som högfrekventa artiklar så leder detta till att tillgängligheten blir mycket viktig.

Enligt Lumsden (2006) bör lagrets utformande ske beroende av hur frekvent materialet skall tas ut och omsättas. Lumsden (2006) menar även att material med stor vikt och volym bör ligga lättåtkomligt, då denna typ av material lätt kan hindra bakomliggande material från att hämtas ut.

Det finns idag en lageryta, benämns "Prärien" (figur 1), som i dagsläget inte riktigt uppfyller kraven för året-runt-lager (Personlig kommunikation, Lundgren) då den är placerad mot kajen och markförhållanden anses otillräckliga. Denna lageryta bedöms utefter uträkningar baserade på VMF:s inventeringar och arealbedömning i ArcMap, maximalt kunna lagra ca 41850 m³ fub råvara. Det finns även en parkering som är placerad på vedgården, denna parkering bedöms också vara lämplig som lageryta och kan öka befintlig lagervolym med maximalt ca 23000 m³ fub.

1.3 Syfte och målsättning

Huvudsyfte med studien var att dimensionera nya lagerytor utan inlåsningseffekter av virkesråvara på vid Domsjö Fiber AB.

Delsyften var att:

- Konstruera åtgärdsförslag för arbetsstruktur för de timmertruckar som arbetar inom lagerytorna.
- Kvantifiera transportkostnader i internflöden till följd av ändrad lagerstruktur. (dieselskostnader, körsträckor)
- Kvantifiera byggnads- och upprustningskostnader för en av lagerytorna på området.

Målet är att analyserna skall utgöra ett underlag för beslut om ev. lagerutbyggnad och/eller omstrukturering.

Avgränsningar

- Studien behandlade inte huruvida dessa förändringar är lönsamma inom olika tidsramar.
- En studie av faktisk vinst i bruket på grund av det ökade utbytet utan inlåsningseffekter av råvaran har ej genomförts.
- Tidsstudie av timmertruckarnas faktiska körningstider gjordes inte. Detta behandlades istället teoretiskt.
- Studie av vägunderlag på de nya lagerytorna gjordes ej. Även detta behandlas efter godtyckliga antaganden om underlagets kvalitet.
- I den ekonomiska kalkylen antas det att upprustningen av den del av terminalytan som benämns "Prärien" utförs internt av egen personal och egna maskiner.

2 MATERIAL OCH METODER

2.1 Material

I arbetet så har Domsjö Fiber använts som material. De ingående delarna i analysen har varit deras lagerstruktur, omsättning och spatiala utseende. Till detta har även olika nyckeltal som varit centrala för att analysen skall bli genomförbar, använts. Vidare så har priser för upprustning och utbyggnad av lagerytor samlats in genom intervju/mailkorrespondens med olika tjänstemän inom branschen. Priser för olika material, arbeten etc. användes i den ekonomiska analysen och har samlats in via företag och experter inom branschen.

Även empiriska data har samlats in genom fältstudier på Domsjö fiber AB, för att studera lagerstrukturen spatialt samt undersöka hur de potentiellt nya lagerytorna ser ut och vad som behöver göras för att dessa skall fungera som året-runt-lager. Uppmätningen av lagerytorna, både den befintliga ytan och den tilltänkta nya lagerytan har gjorts med hjälp av kartor från Lantmäteriet och sedan behandlats i ArcMap.

2.2 Använda Metoder

Det finns ett antal olika metoder som använts för att få ett tillfredsställande resultat från studien. En spatial analys av själva lagerområdet har genomförts genom att mäta dels hur stor nuvarande lageryta är, och hur mycket av den ytan som det lagrade virket faktiskt tar upp. Därefter har en kontroll av hur mycket de föreslagna nya lagerytorna ökar lagringskapaciteten gjorts med hjälp av beräkningar i Microsoft Excel. Syftet med dessa beräkningar var ta reda på hur stor skillnaden i areal och lagrad volym är, mellan det befintliga- och det teoretiskt utökade lagret.

En analys av hur arbetsflödet på vedgårdsplan fungerar gjordes genom observationer och samtal med (Personlig kommunikation, Lundgren), för att få en grund till hur omstrukturering av virkeslagret kan tänkas se ut. Beräkningarna har gjorts med data och telefonkorrespondens med (Personlig kommunikation, Lundqvist), maskinansvarig för Ivar Lundqvist entreprenad AB, och nyckeltal från de maskiner som används av företaget. Då analysen för arbetet genomfördes kartlades truckarnas arbete enligt följande punkter;

- Vilka sträckor kör truckarna (ArcMap).
- Hur lång tid tar det för truckarna att transportera virket de olika sträckorna (Arcmap),(Personlig kommunikation, Lundqvist),(litteraturstudier)
- Hur många m³ fub får varje truck med sig i en full grip (Personlig kommunikation, Lundqvist).
- Hur ofta använder sig truckarna av de olika lagerytorna (Volymvägd)

Vid volymvägningen av de olika lagerytorna användes dess lagerkapacitet för att bedöma i vilken utsträckning truckarna kommer att använda sig av den lagerdelen. En lagerdel som

innehåller 40% av lagerarealen kommer att besökas i 40% av fallen. Truckarnas ökade transportsträckor beräknades genom att observera och mäta de körvägar truckarna har idag och vilka körvägar truckarna har enligt de omstruktureringsalternativ som tagits fram. Även ökade kostnader p.g.a. ökad körsträcka för vedgårdstruckarna räknades fram av variabler så som dieselförbrukning, ökat medeltransportavstånd och medelhastighet för truckarna. I det sista skedet av arbetet så gjordes en jämförelse av olika handlingsalternativ genom en intervju (Holme & Solvang, 1997) med (Lundqvist, P, 2016). för att fastställa utifrån de resultat som studien uppvisat, dels om det är lämpligt att utöka lagerytor och göra omstrukturering av virkesupplag, och dels vilket av de olika handlingsalternativen som visar sig lämpligast utifrån Domsjö Fiber AB:s synvinkel samt vilket handlingsalternativ som ger bäst lösning med avseende på inlåsnings effekterna utifrån resultatet av studien. För den ekonomiska kalkylen har (Wikström, L, 2016) Piteå Hamn AB med 30 års erfarenhet av kalkylering och dimensionering agerat referens för eventuella frågor. Kalkyleringen inleddes med ett långt samtal per telefon där Lars förklarade de huvudmoment man måste gå igenom och vilken information som behövdes för att utföra kalkylen. Mallen för projektering (bilaga 5) som har använts för den ekonomiska kalkylen har även den tillhandahållits av Lars.

2.3 Nulägesbeskrivning



Figur 1. Karta över vedgårdsplan vid Domsjö Fabriker med beskrivande text för de olika delarna. Övrig trafik innefattar lastbilar och personbilar.

Figure 1. Map that visualizes the different parts of the wood yard. Other traffic includes trucks and passenger cars

Beskrivning av de ytor som behandlas under arbetet.

De inlåsningseffekter som idag finns hos Domsjö Fiber idag uppkommer till störst del på ytan kallad "Stora Lagret". Ytan "Stora lagret" är idag ett stort virkesupplag, med en yta beräknad till 12403m^2 och med begränsade möjligheter till åtkomst av vissa segment av ytan. Runt ytan går en trafikerad väg som dagtid är fullt belastad av trafik runt området. Detta i sin tur gör att man enbart kan lasta av timmer och hämta timmer med timmertruckarna söderifrån. Timmertruckarna kör dygnet runt, men man kan idag inte hämta ut timmer norrifrån på grund av att man inte kommer att kunna fylla på dessa lagerytor då lastbilarna enbart kör timmer dagtid.

Ytan "Prärien" fyller inte idag kraven på bärighet för året-runt-lagring och kan på så sätt inte utnyttjas till sin fulla kapacitet. Denna yta ligger närmast kajen och kan under vår och höst samt regniga somrar innebära risker i form av fastkörning och sättning av truckarna, samt att vältorna skiftar läge då marken rör på sig p.g.a. dålig bärighet. "Präriens" yta beräknas till 7809m^2 . Här kommer en upprustning av bärlagret göra det möjligt att utnyttja ytan året runt och på så sätt kommer man kunna göra en långsiktig lagringsplanering för ytan.

Ytan "Parkeringsplanen" används idag som en parkeringsplats/upplag för diverse truckdelar och skrot. Denna yta har idag samma markskikt och bärighet som lagringsytan "Stora lagret". Ytans totala area beräknas till 6322m^2 .

Idag använder Domsjö Fiber flera satellitlager för att tillgodose stora delar av lagringsbehovet för inkommande virke. Detta medför vissa merkostnader då virket måste förflyttas i två etapper istället för att enbart behöva lagras för att sedan via truck kunna transporteras direkt till inmatningen. Totalt kan Domsjö Fiber AB maximalt lagra 92540m^3 fub på sina lagerytor.

Arbetsmetodik på timmerplanen idag.

I dagsläget så finns det ingen rådande struktur för exakt hur truckarnas arbete fortlöper på vedgårdsplan. De direktiv som truckförarna fått (Personlig kommunikation, Lundgren) är att de ska, i mån av tid, ta var sjätte grip med gammalt virke från vältorna. Utöver detta finns ingen närmare styrning av vilket virke som skall tas först till inmatningen.

I dagsläget är det generellt två truckar som går dygnet runt på vedgårdsplan, dessa sköter då lossning av lastbilar samt inmatning till industrin. Vid ökad leveranshastighet/volym av råvara så finns ytterligare två truckar att tillgå, dessa nyttjas framförallt då råvarutransporter med båt och tåg anländer och trycket av levererat virke blir för högt att klara av på endast två truckar. (Personlig kommunikation, Lundgren)

Beskrivning av lastbilarnas avlastningspunkter och körbanor.

Domsjö Fiber använder idag en dynamisk avlastningsyta för ankommande lastbilar. Man har utvecklat ett system som går ut på att man helt enkelt anvisar lastbilen till vart avlägg kommer att ske på plats vid ankomst. Detta gör det smidigt att styra de olika avlastningarna då det finns gott om körvägar för lastbilarna att ta sig ut från virkesplan då lastbilen inte behöver vändas vid någon avlastningspunkt. (Personlig kommunikation, Lundgren)

Beskrivning av timmertruckarna på arbetsplatsen.

De truckar som arbetar på lagerytorna är av modell Tiger (Mantsinen)

Tabell 1. Beskrivning av timmertruckarnas axeltryck, förbrukning och medelhastigheter.

Table 1. The trucks axle load, different speed limits and average diesel consumption.

| Moment | Värde | Beskrivning |
|------------------|--------|--------------------------|
| Axeltryck | 90 ton | Framaxel |
| | 10 ton | Bakaxel |
| Medelförbrukning | 25l/h | Vid arbete på timmerplan |
| Medelhastighet | 8km/h | Vid körning utan last |
| | 15km/h | Vid körning med last |

2.4 Analys av lagerstruktur

En förutsättning för att inläsnings effekterna skall minskas är att lagret omstruktureras. Rent praktiskt betyder det att mängden virke som ligger lagrat kommer att minska, till förmån för att truckarna skall komma åt alla vältor. Här finns det ett antal olika alternativ för hur denna omstrukturering kan komma att se ut. För att kompensera för de ytförluster man får på “Stora lagret” kommer ytorna “Prärien” och “Parkeringen” att behöva upprustas för att fungera som nya lagerutrymmen.

Uträknande av virkeskoncentration i vältorna för Domsjö Fiber.

Andelen m^3 fub som kan lagras per m^2 har baserats på mätningar av innehållet i 10 vältor på Domsjö Fibers timmerplan som blivit inventerade och inmätta av VMF Nord (Bilaga 2).

m^2 /välta beräknas enligt: *Längd x Bredd*

Volym/ m^2 /välta beräknas enligt: $(Volym/välta)/(m^2/välta)$ Därefter beräknas en *snittvolym/ m^2* genom att summerna *volym/ m^2* för alla inmätta vältor och sedan dela det värdet med antalet vältor.

2.5 Dimensionering av nya lagerytor.

Lagerstruktur 1 – Omdimensionering av ”Stora Lagret”, ”Prärien” och ”Parkeringen”.

De inlåsnings effekter som finns åtgärdas genom att dela upp det största timmeravlägget i två separata avlägg och byta arbetssätt för arbetande personal på virkesplan. För att förhindra att man alltid plockar upp det virke som inkommit sist och därmed lämna det virke som redan legat på virkesupplaget en längre tid har ett arbetssätt som gör att man hanterar de olika områdena datumbaserat istället för nuvarande arbetssätt utformats. Man kommer helt enkelt att byta från uttagsprincipen SISU; sist in först ut, till principen FIFO; först in först ut (Lumsden, 2006). FIFO-principen betyder generellt att maximal lagringstid blir samma som omsättnings hastigheten för lagret.



Figur 2. Handlingsalternativ 1. Ytan som är markerad i grönt finns att tillgå beroende på om byggnaden ”lilla verkstaden” tas bort eller ej.

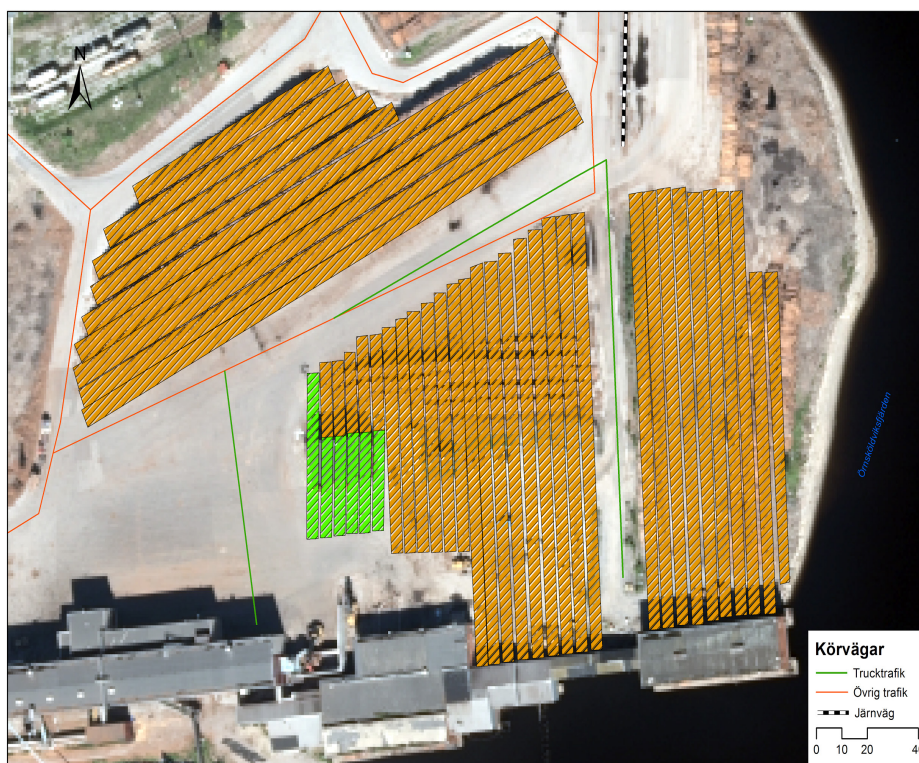
Figure 2. Alternative 1. The surface that is marked in green is available if the building “lilla verkstaden” is removed.

De olika ytorna delades upp i olika sektioner som beskriver de nya ytorna efter namn, A,B,C,D etc. (Figur 2). Arbetssättet är beprövat och kommer leda till en jämnare omsättning av det lagrade virket (Lumsden, 2006). Man kommer här att först tömma avdelning A helt på virke, för att sedan använda samma avdelning som primär sektion för avlastning av nytt virke. Då detta är gjort kommer man sedan att fortsätta med att tömma område B, för att sedan fortsätta till område C, etc. (Figur 2). Med hjälp av denna arbetsgång kommer man på så sätt minimera risken för att man bortser från vissa områden och låter råvaran ligga alldeles för länge. Detta kommer i sin tur

att leda till en ökad jämnhet i torrhalter och man kan på så sätt komma undan de inlåsnings effekter som finns idag.

Den första lagerstrukturen som gjordes planerades genom att med ny dimensionering förhindra de inlåsnings effekter som finns i den största timmerytan idag. Denna yta, "Stora lagret", är idag 214 meter lång och 75 meter djup och det är här man vid uttag av råvara från de innersta vältorna tydligt kan se de inlåsnings effekter som förekommer. Denna förekommer i form av blånad på virket då Domsjö Fiber AB enbart kommer åt de innersta delarna av lagret väldigt sällan. (Personlig kommunikation, Lundgren). För att förhindra dessa inlåsnings effekter har detta område att behöva brytas upp i två mindre områden, med en stickväg som skiljer dessa åt. (Figur 2). Detta för att man på ett lättare sätt skall kunna komma åt alla delar av lagerutrymmet, och inte vara låst vid att alltid hämta det virket som ligger främst. Efter samtal (Personlig kommunikation, Lundqvist) har måttet 15m angetts som minsta bredd på körväg för truckarna mellan vältorna (Figur 2).

Lagerstruktur 2 – Upprustning av ytorna "Prärien" och "Parkeringen"



. Figur 3. Handlingsalternativ 2. Ytan som är markerad i grönt finns att tillgå beroende på om byggnaden "lilla verkstaden" tas bort eller ej.

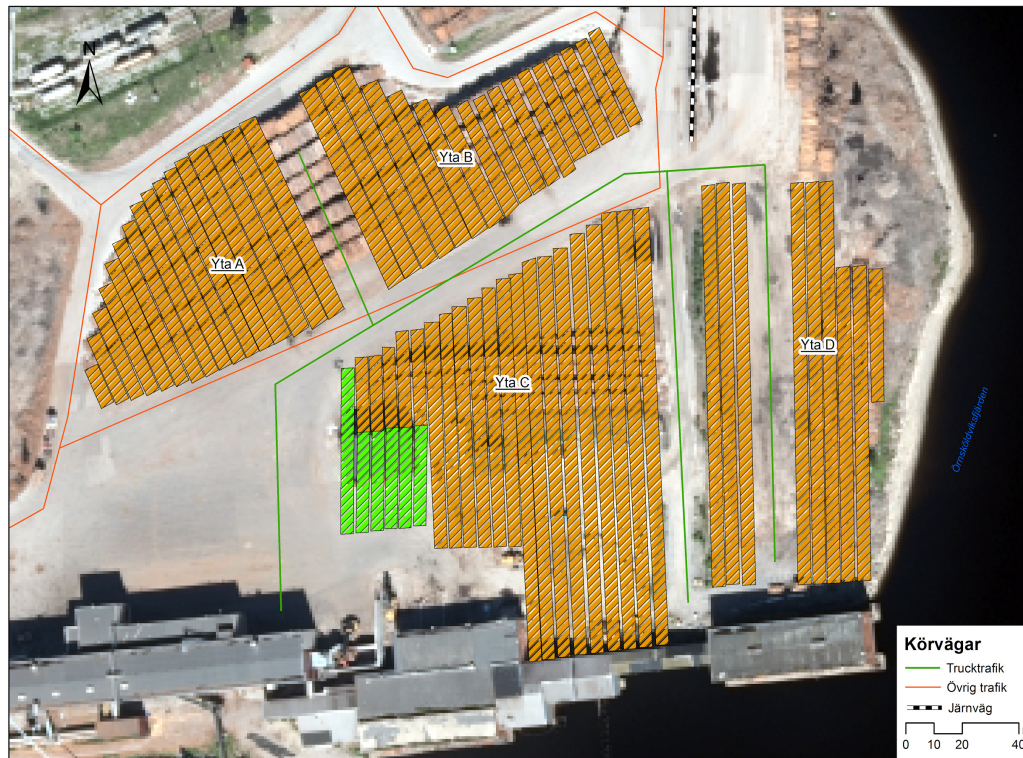
Figure 3. Alternative 2. The surface that is marked in green is available if the building "lilla verkstaden" is removed

Om man inte vill ta hänsyn till de inlåsningseffekter som finns idag utan enbart öka andelen närliggande lagringsutrymmen kan även detta åstadkommas genom en ny dimensionering av de ytor som finns hos Domsjö Fiber idag.

Genom en utbyggnation av ytorna ”Prärien” och ”Parkeringen” skapas möjlighet att ha större volymer lagrade nära inmatningen till industrin. Ytornas utbredning har i ArcMap ritats ut i polygonform, man har sedan tagit ut arealen (m^2) av de olika polygonerna. Dessa arealer har sedan förts över till ett Excel-ark och multiplicerats med medelvolymen per kvadratmeter, för att på så sätt få fram den teoretiskt maximala volymen som går att lagra på de nydimensionerade ytorna.

För att sedan få reda på hur mycket virke som är rimligt att lagra så har vält-polygoner skapats i ArcMap. Dessa polygoner är 4,4m x största möjliga längd (m), och har sedan projicerats på ortofotot där de tidigare framtagna polygonerna finns. Arealen för varje enskild vält-polygon har sedan räknats fram i ArcMap, dessa arealer har sedan förts över till Excel-ark för att göra beräkningar för sammanlagd areal och volym. Den sammanlagda arealen har getts genom att räkna ihop varje enskild vält-polygons areal, därefter har volymen för varje enskild vält-polygon räknats fram genom att multiplicera arealen med medelvolymen per kvadratmeter och för att sedan få fram den totala lagrade volymen har alla volymer adderats.

Lagerstruktur 3 – Omdimensionering av ”Stora Lagret” utan överbyggnad av tågspår.



Figur 4. Handlingsalternativ 3; Inga inlåsningseffekter samt ingen lagring över tågspåret. Ytan med gröna vält-polygoner finns enbart om byggnaden ”Lilla verkstaden” tas bort.

Figure 4. Alternative 3. No lock-in effects and no storage over the railroad. The surface that is marked in green is available if the building "lilla verkstaden" is removed

Den tågräls som går mellan "Prärien" och "Parkeringen" (Figur 3) är idag inte i bruk vid Domsjö Fiber, de tidigare alternativen har således tagits fram under förutsättningen att tågrälsen ej kommer att användas mer inom verksamheten. Dock så kan ett scenario där tågrälsen används komma att finnas i framtiden. I detta alternativ så påvisas hur lagerstrukturen kommer se ut vid just detta scenario. Lagerytorna har även här delats upp i olika zoner, varje zon med en planerad volym som motsvarar ca en veckas förbrukning för Domsjö Fiber AB. Zonerna har mätts och ritats ut i ArcMap och vältorna har projicerats i samma program, genom användning av polygoner som är 4,4m x möjlig längd på vältan (m). Sedan har arealen(m^2) för varje vält-polygon räknats fram i ArcMap och förts in i Excel-ark. Därefter har den teoretiska volymen för varje vält-polygon räknats fram genom att multiplicera arealen för respektive vält med medelvolymer per kvadratmeter. Dessa summor läggs sedan samman för att få ut en teoretisk volym som kan lagras på respektive yta.

I detta förslag visar vi på att man genom att ta bort denna tågräls kan sammanslå dessa lagerområden för att på så sätt kunna lagra större mängder virke lokalt än om man använder dessa områden som separata ytor.

2.6 Studie av truckarnas arbete på vedgårdsplan

De delar som behandlas i studien av truckarnas arbete är:

- Arbetsområden för de olika truckarna
- Transportavstånd (behandlas i ArcMap)
- Lastkapacitet för truckarna (m^3 fub)

Transportavståndet för den truck som ansvarar för inmatning av råvara till industrin har mätts ut genom att rita upp polylinjer i ArcMap, i enlighet med hur detta arbete kan antas se ut. Sedan har längden kalkylerats för dessa linjer och resultatet först över till Excel-ark. Det har gjorts olika polylinjer för de olika handlingsalternativen samt för de olika lagringsytorna, och även för scenariot då byggnaden "Lilla Verkstaden" är borttagen.

I Excel-arket har sedan transportavstånden volymvägts genom att ta reda på hur stor procentandel av den totala volymen som ligger på respektive lageryta.

Formelexempel;

Lagrad volym, m^3 "Stora lagret" / Total teoretisk volym, m^3 = % av totalvolym lagrad på "Stora lagret"

Detta gjordes för samtliga ytor och handlingsalternativ. De resultat som sedan erhöles användes för att kunna räkna ut ett *volymvägt medeltransportavstånd*.

Uträkning för volymvägt medeltransportavstånd;

$$(\text{transportavstånd, } m \text{ för yta } x * \text{ procentandel av totalvolymen för yta } x) + (\text{transportavstånd, } m \text{ för yta } y * \text{ procentandel av totalvolymen för yta } y) = \text{volymvägt medeltransportavstånd, } m$$

Ett volymvägt medeltransportavstånd ger ett mer rättvisande resultat då man har tagit hänsyn till hur stora de olika lagringsvolymerna är på respektive yta och på så sätt tagit hänsyn till hur frekvent trucken kommer att vara vid en viss lagringsyta.

Kostnadsförändringar för truckarnas arbete med avseende på de olika handlingsalternativen

De handlingsalternativ som tagits fram ger ett förändrat arbete för truckarna och framförallt ett förändrat volymvägt medeltransportavstånd. I och med detta så förändras också truckarnas transportkostnader. För att kunna räkna fram de kostnadsförändringar som de olika handlingsalternativen inneburit så har följande variabler använts;

- Volymvägt medeltransportavstånd (enkelt och dubbelt, m)
- Medelhastighet (km/h)
- Dieselförbrukning (l/h)
- Dieselpriis (kr/l)
- Volym per grip (m^3 fub)

Kostnadsförändringen har räknats fram i kr/m^3 fub och för att få fram denna sort så har flera delberäkningar gjorts.

Omvandling till l/m har gjorts enligt;

$$(l/h)/(m/h) = l/m$$

För att sedan kunna räkna fram $l/\text{medeltransportavstånd}$:

$$(l/m) \times \text{volymvägt medeltransportavstånd}(m) = l/\text{medeltransportavstånd}$$

Därefter har detta multiplicerats med nuvarande dieselpriis (bensinpriser.se, 2016) för att få fram kostnaden per medeltransportavstånd($kr/\text{medeltransportavstånd}$):

$$(l/\text{medeltransportavstånd}) \times \text{dieselpriis} = kr/\text{medeltransportavstånd}$$

Efter detta har kostnaden per m³ fub tagits fram genom att dividera *kr/medeltransportavstånd* med volymen per grip (15m³ fub, Erik Lundqvist, personlig kommunikation):

$$(kr/medeltransportavstånd)/volym\ per\ grip = kr/m^3 fub$$

Sorten som tagits fram är då *kr/m³ fub* och detta har gjorts för lagerutseendet idag och för samtliga handlingsalternativ. En jämförelse mellan de olika resultaten gjordes för att se vilket alternativ som påverkar kostnader minst och vilket som påverkar mest, samt om kostnaderna ökar eller minskar.

Restriktioner för truckarnas arbete.

Det finns även ett antal restriktioner för hur truckarna kan arbeta som begränsar utformningen av handlingsalternativ:

- Teoretisk vändradie för en truck som används vid Domsjö Fiber AB är 9m
- Det bör finnas 2m utrymme framför och 3m bakom trucken vid arbete (Erik Lundkvist, maskinansvarig)
- Maximal höjd för en vält är 6,5m enligt rådande säkerhetsregler på arbetsplatsen (Erik Lundkvist, maskinansvarig)
- Truckarna får/vill ej hantera virket från kortsidorna av vältan(rasrisk) (Erik Lundkvist, maskinansvarig)

2.7 Ekonomisk analys av upprustningen av ytan "Prärien"

Beskrivning av lagerytan & inmätningar

Lagerytan som benämns "prärien" och ligger närmast vattnet ses som lämplig att lagra virke på året om. Problemet är att bärigheten i marken i dagsläget är för dålig för att truckarna skall kunna köra där året om, och de är begränsade till årstider då det antingen finns tjäle i marken eller att det är så pass torrt så att marken är tillräckligt hård att köra på. Det finns därmed ett behov av ett nytt bärande skikt för att kunna kontinuerligt bruka ytan. Den ekonomiska analysens syfte är att ge en ungefärlig uppgift om vad anläggningskostnaden blir. Det första som gjordes var att beräkna hur stor yta som skulle behandlas i analysen. Ytans storlek beräknades genom mätningar i ArcMap.

Förutsättningar för den ekonomiska kalkylen.

För att kunna göra denna ekonomiska kalkyl krävs det att man har god kunskap om de förutsättningar som kan påverka kalkylen. De antaganden och inmätningar som har gjorts kommer att redovisas här. Dessa förutsättningar delas in i 5 olika förutsättningar.

Geotekniska förutsättningar

Geotekniska förutsättningar behandlar det markunderlag som finns på platsen som skall dimensioneras i dagsläge. Detta kan skilja sig åt avsevärt beroende på hur marken tidigare har

varit använd inom området. Eftersom att man idag på industrin inte har någon information angående markunderlaget har man antagit att marken ligger inom Tjälfarlighetsgrupp 3 (Personlig kommunikation, Wikström). (Svenska Kommunförbundet, 2002) Detta kännetecknas av att tjällyftningen under tjällossningen är måttlig. Klassen innefattar finkorniga jordarter med lerhalt > 40 viktprocent, blandkorniga jordarter med finjordshalt > 30 viktprocent.

Geohydrologiska förutsättningar

Detta behandlar vetenskapen om grundvattenförhållanden i anknytning till det område som skall dimensioneras. Vid ytor som ligger nära grundvattenytan kan en kapillärverkan ske, vilket betyder att marken kan lyfta upp vattnet från grundytan. Vid observation har kunnat mäta att ytan idag ligger över 1,5 meter ovanför vattnet. Här kommer man att anta att influensen kommer ligga 0,5m under markytan. (Personlig kommunikation, Wikström)

Miljötekniska förutsättningar

Denna förutsättning behandlar om man vid tidigare bruk av marken har lagrat giftiga massor på ytan. Om detta har skett så kan marken komma att behöva saneras före byggnationen och detta kommer i sin tur påverka den totala kostnaden för upprustningen. Här antog man att marken är förorenad, detta på grund av att det vid samtal påpekats att det mest troligen var fallet. (Personlig kommunikation, Lundgren)

Kostnader för sanering av kontaminerat material.

I kalkylen användes förslag om att göra en större saneringsutredning. Detta föreslogs för att se om man kan minska mängden kontaminerat material som måste fraktas bort till deponi genom att få en bättre överblick över vart i ytan det kontaminerade materialet finns. Även tillsynsmyndigheten ser detta som det bästa tillvägagångssättet då man efter en utredning kan vara säker på att allt kontaminerat material har transporterats bort på ett säkert sätt. (Personlig kommunikation, Wikström)

Dessa kostnader används i kalkylen:

Tabell 2, kostnader för olika åtgärder berörande kontaminerat material.

Table 2. costs for handling contaminated material.

| Beskrivning | Enhet | Mängd | Kostnad |
|-------------|-------|-------|---------|
|-------------|-------|-------|---------|

| | | | |
|------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|
| Mark&Miljöundersökning (MMU) | St | 1 | 25000kr |
| Anmälan tillsynsmyndigheten | St | 1 | 5000kr |
| Saneringsutredning | St | 1 | 100000kr |
| Kontaminerat material, till deponi | m ³ | (Area*0,5m) ³ | 500kr/m ³ |

Transportkostnader beroende av avstånd till närmaste sidotipp/sidotag:

Här krävs det att man tar reda på var närmaste sidotipp och sidotag finns. En sidotipp är den plats dit man fraktar det material som förs bort från den yta som behandlas. Ett sidotag är den plats där man hämtar ny massa som används till att göra överbyggnaden. Båda dessa sträckor behandlades med följande värden (Personlig kommunikation, Wikström)

Tabell 3, Kostnader för transport av massa beroende av körsträcka från arbetsplats

Table 3, Costs for transporting materials by truck depending on the distance from the building site

| Avstånd | Kostnad | Enhet |
|-----------|---------|-------------------|
| 1-10km | 10 | Kr/m ³ |
| 10-50km | 30 | Kr/m ³ |
| Över 50km | 50 | Kr/m ³ |

Närmaste sidotipp fanns ca 15km från arbetsplatsen.(Personlig kommunikation, Lundgren)

Storlek av projektet

Även storleken på Präriens yta påverkar priset. Detta då fasta kostnader ställs i relation till storleken av arbetet. Projektet behandlade totalt över 9000m³ massa i form av sten och grus, detta klassas utifrån den mängden som ett stort projekt. Hänsyn togs inte till mindre engångskostnader för att man ansåg att det inte skulle påverka priset nämnvärt. De priser som nämns i kalkylen finns mestadels med för att påminna om de skyldigheter man har vid bortförande av kontaminerat material.(AMA 13 Anläggning RA, 2014)

Kostnad för olika förstärkningslager

Prisförslag för de olika överbyggnadsklasserna tillhandahålls av Gidmarks Grus, (Bilaga 4)

Dränering av markytan

Eftersom att ytan som behandlas ligger i direkt anknytning med hamnen kommer dränering ske direkt ut till havet, därav kommer inte brunnar att installeras på platsen.(Personlig kommunikation, Wikström)

Dimensionering av ytan ”Prärien”

Dimensioneringen byggdes på alla de ovan nämnda förutsättningarna, och även de timmertruckar som kommer att bruka ytan dagligen. På prärien kommer tunga timmertruckar att hantera virke, vilket innebär att ytan kommer att utsättas för så tunga axeltryck som 90 ton. Eftersom att det finns osäkerheter gällande spårbundenhet, grundvattenförhållanden och viss geoteknik (markunderlag) så användes en erfarenhetsmässigt (Personlig kommunikation, Wikström) säker överbyggnad till kalkylen för att säkerställa säkerheten för de som kommer att arbeta på ytan.

Överbyggnadens dimensionering:

Tabell 4, Överbyggnadens olika lager.

Table 4, The superstructures different layers of materials.

| Lagertyp | Storlek | Enhet |
|--------------------------|---------|-------|
| Undre Förstärkningslager | 600 | mm |
| Förstärkningslager | 500 | mm |
| Bärlager | 100 | mm |
| Slitlager av grus | 50 | mm |

Markduken som användes är en geofiberduk som har två syften:

- Agera som ett materialskiljande lager och förhindra att undergrundsmaterial tränger upp i förstärkningslagret. (Agardh, 2014)
- Bidra till att minska tjällyftningar. (Agardh, 2014)

3 RESULTAT

3.1 Ny arbetsmetodik för timmertruckarna

Efter konsultationer med handledare på plats i Domsjö och dimensionering av de nya lagerytorna har sedan en ny arbetsmetodik utformats för att på ett effektivare sätt kunna omsätta virket som lagras hos Domsjö Fiber AB. Arbetssättet förutsätter en datumbaserad lagring av inkommande timmer från lastbilarna och innebär att de olika lagerytorna på virkesplanen kommer att delas upp inom segmenten A, B, C, D och i vissa fall E. (Figur 5). Metodiken kommer innebära att man tömmer den avdelning som innehåller det virke som legat längst tid på timmerplan. Då denna yta sedan är tömd på virke använder man denna yta som primär punkt för avlastning av timmer från ankommande lastbilar.

3.2 Resultat från lagerdimensionering.

De resultat som tagits fram från de olika handlingsalternativen kommer att presenteras nedan.

Lagerstruktur 1 – Omdimensionering av ”Stora Lagret” Resultaten visas enligt figur 5. Varje yta är indelad så att den håller en genomsnittlig veckas förbrukning för industrin, beräknad till ca 25 000m³fub (Personlig kommunikation, Lundgren). Vidare har indelningen gjorts med syfte till att datumlagra virket. Detta medför ett något ökat medeltransportavstånd (tabell 8) för truckarna. Resultatet av detta handlingsalternativ blir en högre omsättningshastighet av lagrat virke samt en förväntat minskad fluktuation av torrhalt.



Figur 5. Handlingsalternativ 1. Ytan som är markerad i grönt finns att tillgå beroende på om byggnaden “lilla verkstaden” tas bort eller ej
Figure 5. Alternative 1. The surface that is marked in green is available if the building “lilla verkstaden” is removed

Tabell 5. Volymer samt arealer för de olika lagringsytorna enligt alternativ 1
Table 5. Areas and volumes for the different bearing surfaces, using alternative 1.

| <i>Lageryta</i> | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>C, utan lilla verkstaden</i> | <i>D</i> | <i>Avlastningsyta</i> |
|--|----------|--------------------|----------|---------------------------------|----------|-----------------------|
| Areal (m ²) | 5018 | 4567 | 6296 | 7335 | 6801 | 2112 |
| m ³ fub | 18 256 | 16 624 | 22 917 | 26 699 | 24 756 | 7 688 |
| Total volym, Lilla verkstaden kvar(m ³ fub) | 82 562 | Med avlastningsyta | 90 250 | | | |
| Total volym, lilla verkstaden borttagen (m ³ fub) | 86 344 | Med avlastningsyta | 94 032 | | | |

Lagerstruktur 2 - Upprustning av lagerytorna “Prärien” samt “Parkeringsen”. De resultat som tagits fram utifrån förutsättningarna att bortse från inlåsnings effekter och endast öka andelen närlagrad råvara ser ut enligt följande;



Figur 6. Handlingsalternativ 2. Ytan som är markerad i grönt finns att tillgå beroende på om byggnaden “lilla verkstaden” tas bort eller ej.

Figure 6. Alternative 2. The surface that is marked in green is available if the building “lilla verkstaden” is removed.

På bilden ses de olika ytorna, med projicerade vältor utan att ta hänsyn till inlåsnings effekter. Detta alternativ kommer att skapa en större lagringskapacitet närmare inmatningen till industrin. De volymer som teoretiskt kan lagras enligt alternativ två finns beskrivet i följande tabell;

Tabell 6. Volymer samt arealer för de olika lagringsytorna enligt alternativ 2

Table 6. Areas and volumes for the different bearing surfaces, using alternative 2.

| Lageryta | Prärien och Parkeringsen med lilla verkstaden kvar | Prärien och Parkeringsen med lilla verkstaden borttagen | Stora lagret |
|---|--|---|--------------|
| Areal (m^2) | 15381 | 16420 | 10204 |
| m^3 fub | 55 986,84 | 59 769 | 37 143 |
| Total volym, lilla verkstaden kvar(m^3 fub) | 93 129 | | |
| Total volym, lilla verkstaden | 96 911 | | |

Lagerstruktur 3 - Ingen lagring över tågspåren. Det resultat som tagits fram utifrån förutsättningarna att virke ej får lagras över tågspåren och att inga inlåsningseffekter får finnas visas i figur 7. I detta alternativ så är ytorna indelade så att de ska hålla så mycket volym som möjligt utan att inlåsningseffekter uppkommer. I likhet med handlingsalternativ 1 så är ytorna indelade med syfte att datumlagra råvaran, för att minska risken för att råvaran blir liggande för länge på lager. Det man kan är att beroende på om byggnaden "Lilla verkstaden" tas bort eller inte så förändras den teoretiskt lagrade volymen med ca 3800m³fub (Tabell 7).



Figur 7. Handlingsalternativ 3; Inga inlåsningseffekter samt ingen lagring över tågspåret. Ytan med rosa vält-polygoner finns enbart om byggnaden "Lilla verkstaden" tas bort.

Figure 7. Alternative 3. No lock-in effects and no storage over the railroad. The surface that is marked in pink is available if the building "lilla verkstaden" is removed

Tabell 7. Areal och volymer för de olika lagerytorna för handlingsalternativ 3.

Table 7. Areas and volumes for the different bearing surfaces, using alternative 3.

| Lageryta | A | B | C | C, lilla verkstaden borttagen | D |
|--|--------|--------|--------|-------------------------------|--------|
| Areal (m ²) | 5018 | 4567 | 9392 | 10431 | 5153 |
| m ³ fub | 18 266 | 16 623 | 34 187 | 37 969 | 18 757 |
| Total volym, lilla verkstaden kvar (m ³ fub) | 87 833 | | | | |
| Total volym, lilla verkstaden borttagen (m ³ fub) | 91 615 | | | | |

3.3 Förändringar av transportkostnader för internflöden.

De resultat som kommit av analys av förändrade internflöden presenteras i tabellen nedan;

Tabell 8. Resultat av kostnadsförändringar inom internttransport för truckarna.

Table 8. Results of changes in costs during log transports in the wood yard for the trucks.

| | Enkelt trspavst (m) | Dubbelt trspavst (m) | Kostnad enkelt trspav (kr/m3) | Kostnad dubbelt trspav kr/m3 | Skillnad mot nuv. lager-struktur (kr/m3) Enkelt trspav. | Skillnad mot nuv. lager-struktur (kr/m3) Dubbelt trspav. |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|---|--|
| Nuvarande lagerstruktur | 242 | 485 | 0,58 | 1,20 | 0 | 0 |
| Handlingsalt. 1 med verkstad | 285 | 570 | 0,68 | 1,36 | -0,12 | -0,26 |
| Handlingsalt. 1 utan verkstad | 226 | 453 | 0,54 | 1,08 | 0,015 | 0,21 |
| Handlingsalt. 2 med verkstad | 299 | 599 | 0,71 | 1,43 | -0,16 | -0,33 |
| Handlingsalt. 2 utan verkstad | 209 | 418 | 0,50 | 1,00 | 0,06 | 0,104 |
| Handlingsalt. 3 med verkstad | 287 | 573 | 0,68 | 1,37 | -0,13 | -0,27 |
| Handlingsalt. 3 utan verkstad | 200 | 401 | 0,48 | 0,95 | 0,077 | 0,15 |

Resultatet visar på att vid scenariot att man tar bort byggnaden “lilla verkstaden” (se handlingsalternativ utan verkstad i tabell ovan) så kommer samtliga handlingalternativ(1-3) innebära att kostnaden per m3 sänks. Om byggnaden “lilla verkstaden” däremot lämnas kvar så

kommer kostnaden per m³ öka för samtliga handlingalternativ(1-3). De besparingar som kan göras per vecka med handlingsalternativ 1-3 utan byggnaden “lilla verkstaden” redovisas nedan;

Tabell 9. Besparingar i kr/vecka för handlingsalternativ 1-3 utan byggnaden “lilla verkstaden” jämfört med nuvarande lagerstruktur.

Table 9. Savings measured in swedish crowns/week for alternative 1-3 without the building “lilla verkstaden” compared to today's layer structure.

| Handlingsalternativ | kr/vecka enkelt medeltrspav. | Kr/vecka dubbelt medeltrspav. |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1. | 367 | 533 |
| 2. | 1409 | 2619 |
| 3. | 1919 | 3639 |

Resultat för kostnadsförändringar per vecka för handlingsalternativ 1-3 med byggnaden “lilla verkstaden” kvar visas i tabellen nedan;

Tabell 10. Ökade kostnader i kr/vecka för handlingsalternativ 1-3 med byggnaden “lilla verkstaden” kvar jämfört med nuvarande lagerstruktur.

Table 10. Increased costs measured in swedish crowns/week for alternative 1-3 if the building “lilla verkstaden” is not removed.

| Handlingsalternativ | kr/vecka enkelt medeltrspav. | Kr/vecka dubbelt medeltrspav. |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1. | 3113 | 6426 |
| 2. | 3965 | 8130 |
| 3. | 3218 | 6635 |

Resultatet visar alltså på att om man tar bort byggnaden “lilla verkstaden” kan besparingar göras, och om man lämnar kvar byggnaden så kommer det att bli kostnadsökningar.

3.4 Resultat från den ekonomiska kalkylen av ytan “prärien”

Den ekonomiska kalkylens struktur formades enligt följande:

Tabell 11. Ekonomisk kalkyl för ytan "Prärien". Antaganden och prisuppgifter redovisas i "Material och Metod"
 Table 11. Economic calculation for the surface "Prärien". Assumptions and pricing are reported in "Material and Method"

| GRUNDKALKYL | | | | | | | | |
|---|--------|-------|-----|--------|-----|--------------|-----------------|--------------|
| Beskrivning | Enhet | Mängd | Min | Trolig | Max | Medeltal (M) | d-avvikelse (S) | Kostnad (kr) |
| Åtgärder för el- och telekablar od i mark | | | | | | | | |
| Korsande ledningar | m | 100 | 400 | 500 | 600 | 500 | +/- 4 301 | 50 000 |
| Jordschakt | | | | | | | | |
| Jordschakt för plan | m² | 9761 | 30 | 50 | 60 | 48 | +/- 62 976 | 468 142 |
| Transporttillägg, zon 1, schaktmassor | m² | 7419 | | | | 20 | | 148 371 |
| Tillägg kontaminerade schaktmassor, mottagningsavg. | m² | 2343 | | | | 500 | | 1 171 350 |
| Transporttillägg, zon 2, kontaminerade schaktmassor | m² | 2343 | | | | 40 | | 93 708 |
| Obundna överbyggnadslager | | | | | | | | |
| GEO textil, klass 3 | m² | 7809 | 12 | 15 | 20 | 15 | | 120 322 |
| Undre förstärkningslager | m² | 4685 | | 159 | | 159 | | 744 042 |
| Förstärkningslager | m² | 3905 | | 179 | | 179 | +/- 52 688 | 696 953 |
| Bärlager | m² | 780,9 | | 185 | | 185 | +/- 30 108 | 144 701 |
| Slitlager av grus | m² | 390 | | 195 | | 195 | +/- 30 108 | 76 021 |
| | | | | | | | | |
| Projekt&Byggledning Internt | st | 40 | | 500 | | | | 20 000 |
| Yrkesarbetare | timmar | 79 | | 500 | | | | 39 500 |
| Hyra småmaskiner, pump, laser etc | st | 1 | | 5000 | | | | 5 000 |
| Maskinhyra | timmar | 79 | | 1200 | | | | 94 800 |
| Schaktarbete | m² | 7809 | | 100 | | | | 780 900 |
| Vält | dagar | 5 | | 1500 | | | | 7 500 |
| Anmälan tillsynsmyndigheten | st | 1 | | 5000 | | | | 5 000 |
| Mark&Miljöundersökning (MMLU) | st | 1 | | 25000 | | | | 25 000 |
| Eventuell Saneringsutredning | st | 1 | | 100000 | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Oförutsett 20% | | | | | | | | 938 262 |
| SUMMA: | | | | | | | | 5 629 571 |
| Projektering 1% | | | | | | | | 56 296 |
| Totalt grundkalkyl Lagringsytor | | | | | | | | 5 685 867 |
| Kostnad kr/m² | | | | | | | | 728,1171 |

Den text som i kalkylen är rödmarkerad innefattar de moment som anses viktigast att ta hänsyn till i kostnadskalkylen.

4 DISKUSSION

4.1 Huvudsakliga resultat

Arbetet som utfördes hade tre huvudsyften och resultaten kommer därför redovisas för de olika punkterna.

Dimensionering av nya lagerytor

Vid dimensioneringen av de nya lagerytorna fanns det många saker att ta i beaktande -

- Hur kan körsträckor minskas
- Hur kan optimering av lagerutrymmen ske utan att inlåsningseffekter skall erhållas
- Hur kan lagret utformas för att lagra maximal mängd m^3 fub

Detta gjorde att flera olika handlingsalternativ blev nödvändiga då inget alternativ ansågs överlägset något annat utifrån de olika kriterierna. Då Domsjö Fiber var beställare av arbetet så blev även detta ett smart sätt att ge olika förslag för hur man kan gå tillväga för att effektivisera lagring beroende på vad Domsjö anser är viktigt för dem.

Att det stora lagret behövde omdimensioneras blev i studien ett faktum, då det inte fanns ett smart sätt att omsätta virke i vältorna med nuvarande utformning. Med en längd på ca 214 meter och ett djup på ca 75 meter är det i praktiken inte möjligt att kunna omsätta denna del av lagret innan man behöver använda samma lagerutrymme som avlastningsyta för ankommande virke, vilket i sin tur gör att det virke som ligger innerst kommer att behöva ligga där väldigt långa tidsperioder. Därefter var det viktigaste att på ett effektivt sätt kunna använda sig av de andra ytorna för att dels kunna lagra stora mängder virke och även kunna omsätta detta inom rimliga tidsramar.

Genom att omdimensionera lagerytorna och få en större areal att lagra på så möjliggörs en minskad hantering av virket i viss mån enligt;

Ankomst → Satellitlagring → flyttas till lager nära inmatning → inmatning

Kommer förloppet för en större del än idag, se ut enligt följande;

Ankomst → Lagring nära inmatning → inmatning

Alternativen gör det alltså möjligt att kapa bort ett steg i hanteringsprocessen.

En problematik har varit den verkstad som finns mitt på virkesplan idag. Om denna verkstad skulle tas bort från virkesplan skulle man kunna dimensionera virkesplanen på ett mer effektivt sätt då truckförarna inte behöver ta långa omvägar till vissa delar av vältorna på grund av de säkerhetsrisker som finns då personal går från verkstaden till bruket. Det har varit svårt att kunna bedöma värdet på verkstaden, men då arbetets omfång inte sträckt sig till att värdesbedöma eventuell ombyggnation lämnas detta till Domsjö Fiber. Istället har olika dimensioneringsförslag lämnats där fördelar och nackdelar radats upp för att ge ett bättre beslutsunderlag.

Ny arbetsstruktur för truckarna på vedgårdsplan.

De olika handlingsalternativ som tagits fram leder till nya arbetssätt för truckarna. Dessa arbetssätt är dock endast framtagna i teorin, således är det svårt att säga om detta faktiskt kommer att fungera i praktiken. För att säkerställa detta så krävs ett mer avancerat förarbete innehållandes intervjuer av truckförare, flödesanalyser samt tidsstudie av truckarnas arbete. Dock så är dessa arbetssätt med största sannolikhet långt bättre än det som praktiseras idag, som saknar någon egentlig struktur och tydliga riktlinjer.

Den nya arbetsstrukturen skiljer sig genom att man sorterar virket efter ankomsten datum enligt FIFU(Först In Först Ut).

Om arbetssättet skulle användas i praktiken kommer virke inte behöva ligga på vedgårdsplan längre än ca 5 veckor, vilket är en väldigt mycket kortare tidsperiod än de åtskildiga månader virket kan ligga innan transport till inmatning idag.

Förändringar av transportkostnader i internflödet

Förändringarna i transportkostnaderna visar på att om man väljer att bevara byggnaden "lilla verkstaden" så kommer transportavstånden öka gentemot nuvarande lagerstruktur och med detta kommer kostnaderna också att öka. Rent kostnadsmässigt för truckarna så är det alltså lämpligast att ta bort den byggnaden, då man istället gör besparingar räknat kr/m^3 . Vidare får man ju också en utökad lageryta och på så sätt både mer yta att lagra råvara samtidigt som man minskar kostnaderna för truckarnas transporter. Dock så skall det nämnas att dieselförbrukning och medelhastighet är värden som har antagits vilket gör att en viss felmarginal finns i uträkningarna. Vidare så är värdet $25\,000\text{m}^3$ för den mängd som industrin använder varje vecka, således har inte hänsyn tagits till den mängd inkommande virke som truckarna hanterar. Dock så bör resultatet bli ungefär detsamma om man räknar med mängden inkommande virke per vecka, alltså att med byggnaden "lilla verkstaden" borttagen kan besparingar göras och tvärtom om byggnaden lämnas kvar.

I analysen har inte kostnaden per timme tagits med, detta för att tillräcklig data för att kunna göra den analysen saknas. En tidsstudie av truckarnas arbete bör göras innan en kostnad per timme tas fram, för att få den så rättvisande som möjligt. Om möjligheten att samla in tillräcklig data funnits så hade en mer omfattande analys kunnat genomföras och fler variabler som kan vara intressanta att titta på, tas fram t.ex. kr/h , kr/år etc.

Ekonomisk kalkyl av upprustning för ytan "prärien"

Den ekonomiska kalkylen visade på att det kommer att kosta ca 5500000kr att upprusta Prärien för året-runt-lagring. Att upprusta ytor av den här storleken är en omfattande process, och då det finns vetskap om att marken förmodligen är kontaminerad leder detta direkt till stora merkostnader.

Det ska dock sägas att man i kalkylen har antagit att förhållandena för planen har varit av det sämre slaget, så dimensionering av vägen har utgått från att man kommer att behöva en väldigt ihärdig överbyggnad. Då detta skall göras i praktiken bör man rimligtvis använda sig av en GEO-undersökning för att mer precist bestämma hur dimensionering av yta bör göras. Det kan hända

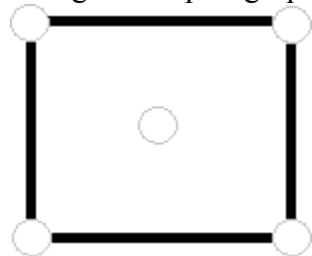
att man inte behöver använda sig av en 1.25m djup överbyggnad - vilket isåfall kommer att reducera priset av upprustning markant.

Det man även skulle kunna göra praktiskt är att bestämma överbyggnadens dimensionering via rådande axeltryck från de truckar som kommer till att använda ytan, vilket är tekniskt krävande. Om detta blir aktuellt föreslås det att man använder sig av konsult hjälp för att göra dimensioneringen. För att komma undan att behöva räkna på detta rent matematiskt har man i denna kalkyl dimensionerat vägen efter ett tjänstemannamässigt beprövat antagande (Personlig kommunikation, Wikström) som bygger på att vägen skall hålla för mycket större axeltryck än vad den egentligen kommer att kunna utsättas för i verkligheten.

Det kontaminerade materialet har varit en stor merkostnad för upprustningen, då man antagit att stora delar av marken har varit i behov att transporteras bort för deponi för att kalkylen inte ska bli missvisande. I praktiken rekommenderas en större saneringsutredning för att på så sätt kunna fastställa hur stora delar av ytan som faktiskt är kontaminerad. Detta leder oftast till att det visar sig att enbart ett begränsat område av ytan är kontaminerat och deponeringskostnader minskar markant. Eftersom att det inte var fastslaget att ytan var kontaminerad utan att det enbart fanns misstanke om det idag så är detta definitivt någonting som föreslås framför att anta att hela ytan är kontaminerad.

Är det så att det faktiskt inte är Domsjö Fiber som kontaminerat marken så kommer Domsjö inte kunna hållas ansvarig för att stå för de kostnader som tillkommer för bortföring av det förorenade materialet, även detta kommer att kunna fastslås genom en saneringsutredning.

Saneringsutredningens kostnad kommer i praktiken att bero på hur stora delar av ytan man behöver undersöka. Hur detta begränsas beror ofta på vilka riktvärden man skall förhålla sig till, naturvårdsverkets generella hänvisningar (Naturvårdsverket, 2009) eller plats-specifika hänvisningar. För en övergripande utredning bör man dela upp ytan i celler om 10x10 meter, där man gräver 5 provgropar per cell, 1 grop i varje hörn av cellen samt 1 grop i mitten av cellen.



Figur 9, visuell beskrivning av en cell och dess olika provgropar, provgroparna visualiseras av cirkelarna.
Figure 9. Visual description of a cell and its various test pits. The test pits are visualised by the circles.

Eftersom att ytan som behandlas nästan är 7900m² kommer det behövas uppskattningsvis 79 celler för att hela ytan skall omfattas av utredningen, även här finns det många parametrar som spelar roll för kostnadens storlek. Om Domsjö Fiber AB har egna grävmaskiner att sköta arbetet med kan kostnaden för utredningen minska avsevärt, då en grävmaskin uppskattas kosta ca 1200kr/h att hyra in.

Det rekommenderas även att en miljökontrollant anställs för att möjligtvis kunna avgränsa saneringsområdet under arbetets gång via prov i fält med diverse fältinstrument. Kan

miljökontrollanten under arbetet säkerställa vilken typ av förorening det rör sig om så kommer detta minska analyskostnaderna av det förorenade materialet.

I och med att Domsjö Fiber är ett större bolag har även antagande om att projekt- och byggledning kommer skötas internt gjorts. Är det inte fallet så kommer detta påverka kostnaden av kalkylen om konsulter kommer att anställas för att sköta ledningen istället. Efter samtal (personlig kommunikation, Wikström) har man använt ett pris på 500kr/h*40h som har givit en totalkostnad för projekt- och byggledning till 20 000kr. Om en entreprenör/konsult skall sköta detta är det idag inte orimligt att denna kostnad uppgår till 15 % av totalkostnad för projektet.

På grund av att vissa antaganden har behövt användas i kalkylen så har man använt en merkostnad som benämnts som "Oförutsett". Denna merkostnad skall agera som buffert för att parera de eventuella kostnader som kan tillkomma om det är så att något av de antaganden som tagits varit i underkant av vad faktiska kostnader blir i praktiken. Den här kalkylen skall dock vara fullt acceptabel att använda för att uppskatta en ungefärlig kostnad av vad upprustningen kommer att kosta i verkligheten.

4.2 Känslighetsanalys av ekonomisk kalkyl

En saneringsutrednings potentiella fördelar

Idag beräknas den kontaminerade ytan till $7809\text{m}^2 \cdot 0.3\text{m}$ djup, vilket leder till att 2343m^3 kontaminerad massa kommer att behöva transporteras till närmaste lokal för deponering. Med en antagen kostnad på $500\text{kr}/\text{m}^3$ leder detta till en merkostnad av sammanlagt 1 171.350kr. En större saneringsutredning kostar i runda svängar 100.000kr, men om detta skulle halvera den yta som behöver deponeras leder ändå detta till en besparing på $(1171350/2) - 100000 = 485675\text{kr}$. För att saneringsutredningen skall betala för sig behöver man alltså minska utbredningen av det material som behöver transporteras bort för deponi med 200m^3 , alltså under 10 % av ytan.

Mark och miljöundersökning

En Mark- och Miljöundersökning kan ha många fördelar, men den största fördelen ligger i att man får veta vilken bärgrund som finns i marken idag.

Om Domsjö Fiber AB väljer att göra en större markundersökning före upprustning kan detta påverka överbyggnadens djup, och på så vis även påverka kostnad av konstruktionen.

Med en yta på 7809m^2 och ett djup på 1.25m resulterar detta i totalt 9761m^3 massa som dels måste fraktas bort, men även måste fyllas upp med ny massa för överbyggnaden.

Visar mark- och miljöundersökningen att man enbart skulle behöva göra överbyggnaden 1m djup kommer detta att reducera priset avsevärt:

Tabell 12. Kostnad för överbyggnadslager vid 1.25m djup.

Table 12. Costs for the layers of the superstructure with 1.25m depth.

| Typ av bärlager | Volym, m³ | Kostnad/m³ | Totalkostnad |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------|
| Undre förstärkningslager | 4685 | 250kr | 1 171 350kr |
| Förestärkningslager | 3905 | 179kr | 696 953kr |
| Bärlager | 780,9 | 185kr | 144701kr |
| Slitlager av grus | 390 | 195kr | 76021 |

Tabell 13. Kostnad för överbyggnadslager vid 1m djup.

Table 13. Costs for the layers of the superstructure with 1m depth.

| Typ av bärlager | Volym, m³ | Kostnad/m³ | Totalkostnad |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------|
| Undre förstärkningslager | 3514 | 250kr | 878 513kr |
| Förestärkningslager | 3124 | 179kr | 557 563kr |
| Bärlager | 780,9 | 185kr | 144 701kr |
| Slitlager av grus | 390 | 195kr | 76021kr |

Tabell 14. Totala besparingar om en överbyggnad med 1m djup används.

Table 14. Total savings if a superstructure with 1m depth is used.

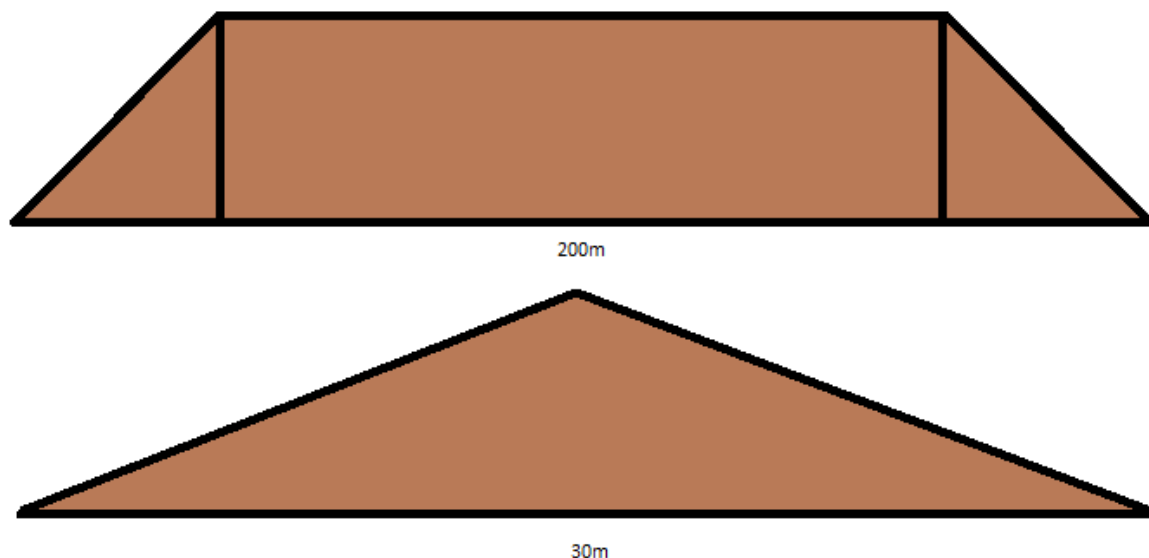
| Kostnader 1.25m | Kostnader 1m | Besparingar |
|------------------------|---------------------|--------------------|
| 2 089 025kr | 1656 796kr | 432 228kr |

4.3 Osäkerheter

Osäkerheter i lagerdimensioneringen

Eftersom att man inte idag vet hur en jämnare råvarukvalitet faktiskt kommer att påverka vinsten i bruket så är det i dethär skedet inte möjligt att besvara om den nya dimensioneringen bör göras efter ökad framkomlighet och minskade inlåsnings effekter eller om man helt enkelt bör dimensionera lagret för att bara rymma så mycket virke som möjligt.

Vältornas virkeskoncentration har beräknats till ett snittvärde genom att använda värden från 10 vältor inmätta av VMF. Detta gör att virkeskoncentrationen i vältorna i verkligheten kommer att skilja sig från det snittvärde som har beräknats i studien. Detta på grund av att den vinkel som krävs för att minska rasrisken utgör en betydligt mindre andel av vältan om den är 200m lång jämfört med om den är 100m lång.



Figur 10. Illustrerar rasvinkelns inverkan på den totala virkeskoncentrationen beroende av vältans totala längd.
Figure 10. Illustrates the effect of the angle of repose on total wood concentration depending on the log piles total length

Osäkerheter för truckarnas nya arbetssätt

Då det inte fanns möjlighet att intervjua de truckförare som arbetar på vedgårdsplan så har man inte kunnat utvärdera hurvida detta arbetssätt kommer att vara praktiskt genomförbart för truckförarna. Om det är så att de av någon anledning anser att de inte kommer att kunna arbeta efter en mer strukturerad plan så kommer den nya lagerdimensioneringen att på många sätt förlora sitt syfte.

Osäkerheter i den ekonomiska kalkylen

Det man direkt kan påpeka är att den ekonomiska analysen av upprustningen inte innehåller information om hurvida detta kommer att bli en lönsam affär för Domsjö Fiber, och detta anses som en större svaghet för hurvida denna kalkyl kommer att kunna användas som underlag för en framtida ombyggnation. Detta sammankopplas också till begränsningen om hur stor den faktiska vinsten blir av att inte lagra stora delar virke en längre tid innan det omsätts i bruket. Leder den ökade omsättningshastigheten till att man slipper satellitlagra stora delar av de inkommande virkesvolymerna kommer detta att bidra till att man gör en vinst av upprustningen, då denna typ av lagring enligt (Personlig kommunikation, Lundkvist) är vad som skapar störst merkostnader under året.

Kostnaden för saneringen har också varit en av de delmoment som har krävt yrkesmannamässiga antaganden då resurser för att kunna göra en större kontroll av hur marken faktiskt är kontaminerad inte funnits.

4.4 Kvartstående frågor/Framtida studier inom ämnet

För att tydligt kunna se vilka effekter i bruket man kan få av att använda sig av en jämnare torrhalt/kvalitet i bruket bör detta studeras mer ingående. En studie av hur Domsjö Fiber AB's slutprodukt påverkas av jämnare renhet i råvaran kan ge ytterligare underlag för omdimensionering av lagerytor på vedgårdsplan.

Denna studie kunde inte använda sig av en tidsstudie för att kartlägga truckarnas arbete, och har istället helt behandlat arbetet temporärt efter en antagen medelhastighet.

Om man istället skulle spendera tid nere på vedgårdsplan och mäta körsträckor/lastningstider och andra arbetsmoment så skulle man kunna göra en mer precis mätning och på så sätt erhålla bättre resultat.

Slutsatser

Att lagra sitt virke utan god struktur är i slutändan inte en lönsam affär. Efter jämförelse av de tre olika lagerstrukturerna så ser man att man kan lagra virke utan att delar av råvaran behöver ta skada utan att tappa stora mängder lagerutrymme. I den här studien har man kunnat se att man kan lagra virket utan någon som helst inlåsningsseffekt och faktiskt öka sin lagerareal med ca 1500m^3 fub genom att rusta upp redan befintliga ytor på planen och därefter omstrukturera virkesfördelningen över virkesgården. Det kommer till en början att vara en dyr process och med upprustningen, men kan i slutändan löna sig genom kortare transportsträckor av virket och en bättre kvalitet på råvaran.

5 REFERENSER

- Agardh, S. (2011). *Vägbyggnad* Första upplagan, Liber AB.
- Berglund, M. (2014). *Logistiskt optimering av timmerplan*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens produkter. (Examensarbete 2014:135)
- Crocker, B., Jessop, D. & Morrison, A. (2012). *Inbound Logistics Management, Storage and Supply of Materials for the Modern Supply Chain*. Gosport: Ashford Colour.
- Fjeld, D & Dahlin, B. (2015). *Nordic logistics handbook – Forest operations in wood supply*. Studentlitteratur, SLU.
- Lindgren, R. (2009). *Analys av GPS Timber vid Rundviks sågverk*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens produkter, Uppsala. (Examensarbete 2009:33)
- Lumsden, K. (2006). *Logistikens grunder*. SLU: Studentlitteratur.
- Lundahl, C.G. (2009). *Loggning och optimering av timmerhantering*. TräCentrum Norr. Avdelningen för Träteknik. Slutrapport.
- Mattson, S.A. och Jonsson, P. (2005). *Logistik, läran om effektiva materialflöden*. Studentlitteratur, SLU.
- Naturvårdsverket (2009) *Riktvärden för förorenad mark - Modellbeskrivning och vägledning*
- Rudner, C & Rääf, I. (2012). *Effektivisering av interna transporter*. Högskolan i Gävle, Akademin för teknik och miljö, Avdelningen för Industriell utveckling, IT och Samhällsbyggnad. (Kandidatarbete 2012)
- Skogsstyrelsen(2014), *Skogsstatistisk årsbok 2014*.
- Svensk Byggtjänst (2014) *AMA 13, Anläggning*
- Svensk Byggtjänst (2014) *AMA 13 RA, Anläggning*
- Svenska kommunförbundet (2002) *Beläggning med plattor och marksten av betong, Andra upplagan*
- Tompkins, J.A. (2010). *Facilities planning*. Upplaga 4. Hoboken, N.J: John Wiley distributor.

Internetkällor

Skogsindustrierna (2015-02-24). *Skogsindustrins virkesförsörjning*. Tillgänglig: http://www.skogsindustrierna.org/branschen_1/branschstatistik/branschstatistik/ravaror/skogindustrins_virkesforsorjning (2016-04-04)

Bensinpriser.se (2016-04-05). *Drivmedelspriser för västernorrlands län*. Tillgänglig: <http://www.bensinpriser.se/vasternorrlands-lan>

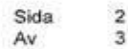
Muntliga Referenser

Lundgren, Patrik. 2016-03-02. *Logistikansvarig* Domsjö Fiber AB.

Lundqvist, Erik. 2016-03-20. *Maskinansvarig*. Ivar Lundqvist Entreprenad AB

Wikström, Lars. 2016-03-15. *Infrastrukturansvarig* Piteå Hamn AB

Attachment 1, measured lengths, widths and volumes from log piles on the log yards by VMF Nord.

[illegible]

Bilaga 2, tidsrapport år 2015 för samtliga maskiner på Domsjö Fiber AB.
Attachment 2, timesheet year 2015 for the log handlers at Domsjö Fiber AB.

| | 60 | 62 | 64 | 65 |
|----------------------|-----------------|-------------------|---------------|---------------|
| | Scandlog 9000HL | Mantsinen LH32/24 | Tiger LH32/24 | Tiger LH32/64 |
| 2014-12-30 | 9978 | 14975 | 24830 | 65327 |
| Byte mätare | | | | 65535 |
| Gångtid mellan byten | | | | 100 |
| Byte mätare | | | | 32287 |
| 2015-01-30 | 9986 | 15198 | 24978 | 32420 |
| 2015-03-02 | 10010 | 15347 | 25429 | 32785 |
| 2015-04-01 | 10016 | 15565 | 25811 | 32997 |
| 2015-04-30 | 10029 | 15724 | 26118 | 33317 |
| 2015-06-01 | 10048 | 15969 | 26342 | 33466 |
| 2015-06-30 | 10048 | 16061 | 26836 | 33658 |
| 2015-08-03 | 10049 | 16134 | 27331 | 34004 |
| 2015-09-01 | 10055 | 16197 | 27578 | 34227 |
| 2015-09-30 | 10063 | 16279 | 28111 | 34546 |
| 2015-10-30 | 10066 | 16422 | 28391 | 34895 |
| 2015-11-30 | 10068 | 16700 | 28746 | 35111 |
| 2015-12-30 | 10069 | 16785 | 28885 | 35645 |
| Gångtid under året | 91 | 1810 | 4055 | 3666 |

Bilaga 3, Standardiserat prisförslag för olika lager till överbyggnaden från Gidmarks Grusförädling AB.
Attachment 3, Standardised price proposals for the different layers of the superstructure from Gidmarks Grusförädling AB.



BUDGET PRISER TILL PROJEKT HÖRNEBORGSVÄGEN 14

Undre förstärkningslager

Alt I Sand Pris kronor 96,60/m3 inkl frakt

Alt II Samkross 0/200 Pris kronor 158,80/m3 inkl frakt

Förstärkningslager Pris kronor 178,50/m3 inkl frakt

Bärlager Pris kronor 185,30/m3 inkl frakt

Slitlager Pris kronor 194,70/m3 inkl frakt

Har ej möjlighet att ta emot kontaminerat material

Priserna är enl vår prislista och gäller till 2016-04-30

Överhörnäs 2016-03-22
Gidmarks Grusförädling AB

Agneta Jonsson
0660-292270

Attachment 4, Basic calculation used as a template for the economic calculation of the surface "Prärien"

Attachment 4, Basic calculation used as a template for the economic calculation of the surface “Prärien”